

OBLICZENIA KONSTRUKCYJNE

1. ZEBRANE OBCIĄŻENIA

1.1. Ciężar dachu Typ: stałe

1.1.1. Dachówka

$$Q_k = 0,90 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_{o1} = 1,08 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,20,$$

$$Q_{o2} = 0,81 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

1.2. Śnieg Strefa: I Typ: zmienne

1.2.1. Śnieg

$$Q_k = 0,7 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,8 \cdot (60 - 45) / 30 = 0,28 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_o = 0,42 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_f = 1,50.$$

1.3. Wiatr Strefa: I Typ: zmienne

1.3.1. Wiatr nawietrzna

$$Q_k = 0,3 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,82 \cdot (0,47 - 0,00) \cdot 1,8 = 0,21 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_o = 0,32 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_f = 1,50.$$

1.3.2. Wiatr zawietrzna

$$Q_k = 0,3 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,82 \cdot (-0,40 - 0,00) \cdot 1,8 = -0,18 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_o = -0,27 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_f = 1,50.$$

1.4. Użytkowe

Typ: zmienne

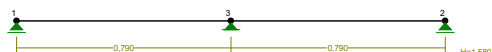
1.4.1. Człowiek

$$Q_k = 1 = 1,00 \text{ kN}.$$

$$Q_o = 1,20 \text{ kN}, \quad \gamma_f = 1,20, \quad \psi_d = 1,00.$$

2. Obliczenia - Łata drewniana

WEZŁY:



WEZŁY:

Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	0,000	0,000
2	1,580	0,000
3	0,790	0,000

PODPORY:

P o d a t n o ś c i

Węzeł:	Rodzaj:	Kąt:	Dx (Do*):	Dy:	DFi:
			[m / k N]		[rad/kNm]
1	przesuwna	0,0	0,000E+00*		
2	przesuwna	0,0	0,000E+00*		
3	stała	0,0	0,000E+00	0,000E+00	

OSIADANIA:

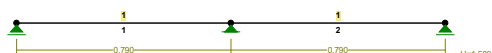
Węzeł: Kąt: Wx (Wo*) [m]: Wy[m]: FIo[grad]:

B r a k O s i a d a ń

PRĘTY:



PRZEKROJE PRĘTÓW:



PRĘTY UKŁADU:

Typy prętów: 00 - sztyw.-sztyw.; 01 - sztyw.-przegub;
10 - przegub-sztyw.; 11 - przegub-przegub
22 - ciągnio

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	3	0,790	0,000	0,790	1,000	1 B 4,5x6,3
2	00	3	2	0,790	0,000	0,790	1,000	1 B 4,5x6,3

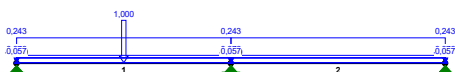
WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm2]	Ix[cm4]	Iy[cm4]	Wg[cm3]	Wd[cm3]	h[cm]	Materiał:
1	28,4	94	48	18	18	7,6	94 Drewno C22

STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [kN/mm2]	Napręż.gr.: [N/mm2]	AlfaT: [1/K]
94 Drewno C22	10	22,000	5,00E-06

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: A	"Dachówka"			Stałe	γf= 1,20	
1	Liniowe	0,0	0,243	0,243	0,00	0,79
	0.1.1. Dachówk	p=0,900*0,270				
2	Liniowe	0,0	0,243	0,243	0,00	0,79
	0.1.1. Dachówk	p=0,900*0,270				
Grupa: C	"Człowiek"			Zmienne	γf= 1,20	
1	Skupione	0,0	1,000		0,40	
	0.4.1. Człowiek					

Grupa:	N	"Wiatr Nawietrzna"	Zmienne	$\gamma_f = 1,50$
1	Liniowe	0,0	0,057	0,00 0,79
		0.3.1. Wiatr nawietrzna $p=0,210 \cdot 0,270$		
2	Liniowe	0,0	0,057	0,00 0,79
		0.3.1. Wiatr nawietrzna $p=0,210 \cdot 0,270$		
Grupa:	S	"Śnieg"	Zmienne	$\gamma_f = 1,50$
1	Liniowe	0,0	0,076	0,00 0,79
		0.2.1. Śnieg $p=0,280 \cdot 0,270$		
2	Liniowe	0,0	0,076	0,00 0,79
		0.2.1. Śnieg $p=0,280 \cdot 0,270$		
Grupa:	W	"Wiatr Zawietrzna"	Zmienne	$\gamma_f = 1,50$
1	Liniowe	0,0	-0,049	0,00 0,79
		0.3.2. Wiatr zawietrzna $p=-0,180 \cdot 0,270$		
2	Liniowe	0,0	-0,049	0,00 0,79
		0.3.2. Wiatr zawietrzna $p=-0,180 \cdot 0,270$		

W Y N I K I wg PN 82/B-02000

Teoria I-go rzędu

Kombinatoryka obciążeń

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	ψ_d :	γ_f :
Ciężar wł.			1,10
A - "Dachówka"	Stałe		1,20
C - "Człowiek"	Zmienne	1	1,00 1,20
N - "Wiatr Nawietrzna"	Zmienne	1	1,00 1,50
S - "Śnieg"	Zmienne	1	1,00 1,50
W - "Wiatr Zawietrzna"	Zmienne	1	1,00 1,50

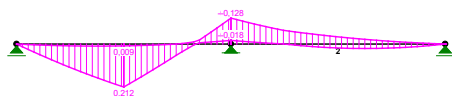
RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:

Grupa obc.:	Relacje:
Ciężar wł.	ZAWSZE
A - "Dachówka"	EWENTUALNIE
C - "Człowiek"	EWENTUALNIE
N - "Wiatr Nawietrzna"	EWENTUALNIE
S - "Śnieg"	EWENTUALNIE
W - "Wiatr Zawietrzna"	EWENTUALNIE

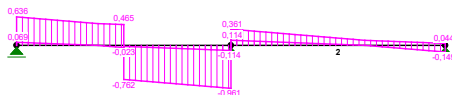
KRYTERIA KOMBINACJI OBCIĄŻEŃ:

Nr:	Specyfikacja:
1	ZAWSZE : A
	EWENTUALNIE: C+S+N/W

MOMENTY-OBWIEDNIE:



TNĄCE-OBWIEDNIE:



NORMALNE-OBWIEDNIE:

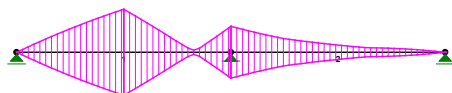
**SIŁY PRZEKROJOWE - WARTOŚCI EKSTREMALNE:** T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Pręt: x[m]: M[kNm]: Q[kN]: N[kN]: Kombinacja obciążeń:

1	0,395	0,212*	-0,762	0,000	ACNS
	0,395	0,212*	0,438	0,000	ACNS
	0,790	-0,128*	-0,961	0,000	ACNS
	0,790	-0,128	-0,961*	0,000	ACNS
	0,790	-0,128	-0,961	0,000*	ACNS
	0,395	0,212	0,438	0,000*	ACNS
	0,790	-0,128	-0,961	0,000*	ACNS
	0,395	0,212	0,438	0,000*	ACNS
2	0,494	0,022*	-0,000	0,000	ANS
	0,000	-0,128*	0,361	0,000	ACNS
	0,000	-0,128	0,361*	0,000	ACNS
	0,000	-0,128	0,361	0,000*	ACNS
	0,543	0,021	-0,025	0,000*	ANS
	0,000	-0,128	0,361	0,000*	ACNS
	0,543	0,021	-0,025	0,000*	ANS

NAPĘŻENIA-OBWIEDNIE:

**NAPĘŻENIA - WARTOŚCI EKSTREMALNE:** T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Pręt: x[m]: SigmaG: SigmaD: Sigma: Kombinacja obciążeń:

Ro [MPa]

1	0,790	0,332*		7,303	ACNS
	0,395	-0,550*		-12,096	ACNS
	0,395		0,550*	12,096	ACNS

	0,790		-0,332*	-7,303	ACNS
2	0,000	0,332*		7,303	ACNS
	0,494	-0,057*		-1,258	ANS
	0,494		0,057*	1,258	ANS
	0,000		-0,332*	-7,303	ACNS

REAKCJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
1	0,000*	0,636	0,636		ACNS
	0,000*	0,069	0,069		AW
	0,000*	0,090	0,090		A
	0,000	0,636*	0,636		ACNS
	0,000	0,069*	0,069		AW
	0,000	0,636	0,636*		ACNS
2	0,000*	0,149	0,149		ANS
	0,000*	-0,044	0,044		ACW
	0,000*	0,090	0,090		A
	0,000	0,149*	0,149		ANS
	0,000	-0,044*	0,044		ACW
	0,000	0,149	0,149*		ANS
3	0,000*	1,322	1,322		ACNS
	0,000*	0,229	0,229		AW
	0,000*	0,301	0,301		A
	0,000	1,322*	1,322		ACNS
	0,000	0,229*	0,229		AW
	0,000	1,322	1,322*		ACNS

* = Wartości ekstremalne

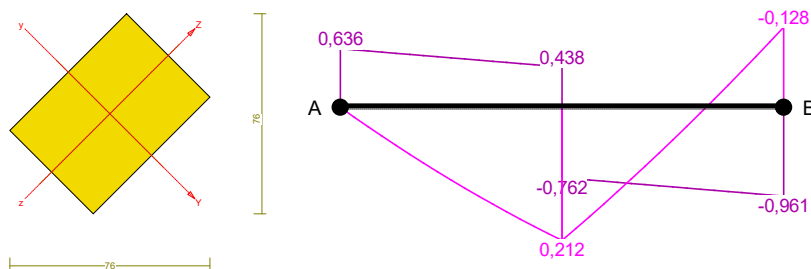
PRZEMIESZCZENIA - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Węzeł:	Ux[m]:	Uy[m]:	Wypadkowe[m]:	Kombinacja obciążeń:
1	0,00000			
		0,00000		ACNS
			0,00000	ACNS
2	0,00000			
		0,00000		ANS
			0,00000	ANS
3	0,00000			
		0,00000		ACNS
			0,00000	ACNS

DEFORMACJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Pręt:	L/f:	Kombinacja obciążeń:
1	506,6	ACNS
2	1589,3	ACW

3.1. Wymiarowanie Pręta nr 1 – Łata drewniana 6,3x4,5cm.



Przekrój: 1 „B 4,5x6,3”

Wymiary przekroju:

$$h=45,0 \text{ mm} \quad b=63,0 \text{ mm}.$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_y=93,8; \quad J_z=47,8 \text{ cm}^4; \quad A=28,35 \text{ cm}^2; \quad i_y=1,8; \quad i_z=1,3 \text{ cm}; \quad W_y=29,8; \quad W_z=21,3 \text{ cm}^3.$$

Własności techniczne drewna:

Przyjęto 2 klasę użytkowania konstrukcji (*temperatura powietrza 20° i wilgotności powyżej 85% tylko przez kilka tygodni w roku*) oraz klasę trwania obciążenia: **Chwilowe** (*np. na skutek awarii*).

$$K_{mod} = 1,10$$

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C22.**

$$f_{m,k} = 22,00$$

$$f_{m,d} = 18,62 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 13,00$$

$$f_{t,0,d} = 11,00 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,50$$

$$f_{t,90,d} = 0,42 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 20,00$$

$$f_{c,0,d} = 16,92 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 2,40$$

$$f_{c,90,d} = 2,03 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 2,40$$

$$f_{v,d} = 2,03 \text{ MPa}$$

$$E_{0,mean} = 10000 \text{ MPa}$$

$$E_{90,mean} = 330 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 6700 \text{ MPa}$$

$$G_{mean} = 630 \text{ MPa}$$

$$\rho_k = 340 \text{ kg/m}^3$$

Sprawdzenie nośności pręta nr 1

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-B-03150:2000. W obliczeniach uwzględniono ekstremalne wartości wielkości statycznych przy uwzględnieniu niekorzystnych kombinacji obciążeń.

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=0,40 \text{ m}$; $x_b=0,40 \text{ m}$, przy obciążeniach „ACNS”.

Długość obliczeniowa dla **pręta swobodnie podpartego, obciążonego równomiernie lub momentami na końcach**, przy obciążeniu przyłożonym do powierzchni **górnej**, wynosi:

$$l_d = 1,00 \times 790 + 63 + 63 = 916 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{916 \times 63 \times 18,62}{3,142 \times 45^2 \times 6700}} \times \sqrt{\frac{10000}{630}} = 0,317$$

Wartość współczynnika zwichrzenia:

$$\text{dla } \lambda_{rel,m} \leq 0,75$$

$$k_{crit} = 1$$

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 0,150 / 29,77 \times 10^3 = \mathbf{5,04} < \mathbf{18,62} = 1,000 \times 18,62 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=0,40 \text{ m}$; $x_b=0,40 \text{ m}$, przy obciążeniach „ACNS”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{5,04}{18,62} + 0,7 \times \frac{7,06}{18,62} = \mathbf{0,536} < 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{5,04}{18,62} + \frac{7,06}{18,62} = \mathbf{0,569} < 1$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=0,78$ m; $x_b=0,01$ m, przy obciążeniach „ACNS”.

Napężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 0,677 / 28,35 \times 10 = 0,36 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,677 / 28,35 \times 10 = 0,36 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,36^2 + 0,36^2} = \mathbf{0,51} < \mathbf{2,03} = 1,000 \times 2,03 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $x_a=0,37$ m; $x_b=0,42$ m, przy obciążeniach „ACNS” liczone od cięciwy pręta.

Ugięcie graniczne

$$u_{\text{net,fin}} = l / 150 = 5,3 \text{ mm}$$

w obiektach remontowanym może zostać powiększone o 50%, wówczas $u_{\text{net,fin}} = 7,9 \text{ mm}$.

Ugięcia od obciążeń stałych (ciężar własny + „A”):

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (63,0/790)^2] (1 + 0,80) = -0,1 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = 0,1 \times [1 + 19,2 \times (45,0/790)^2] (1 + 0,80) = 0,1 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń zmiennych („CNS”):

Klasa trwania obciążeń zmiennych: **Chwilowe** (np. na skutek awarii).

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = -0,6 \times [1 + 19,2 \times (63,0/790)^2] (1 + 0,00) = -0,6 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = 1,1 \times [1 + 19,2 \times (45,0/790)^2] (1 + 0,00) = 1,2 \text{ mm}$$

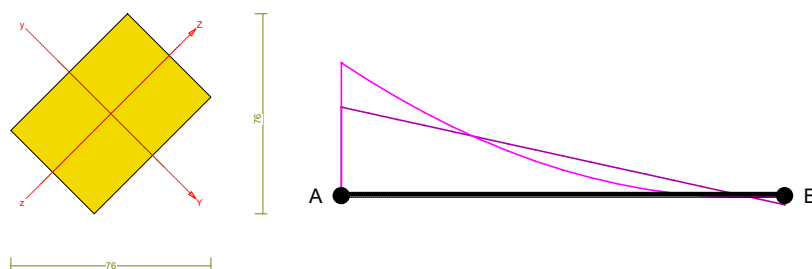
Ugięcie całkowite:

$$u_{z,\text{fin}} = -0,1 + -0,6 = \mathbf{0,7} < \mathbf{7,9} = u_{\text{net,fin}}$$

$$u_{y,\text{fin}} = 0,1 + 1,2 = \mathbf{1,4} < \mathbf{7,9} = u_{\text{net,fin}}$$

$$u_{\text{fin}} = \sqrt{u_{z,\text{fin}}^2 + u_{y,\text{fin}}^2} = \sqrt{0,7^2 + 1,3^2} = \mathbf{1,5} < \mathbf{7,9} = u_{\text{net,fin}}$$

3.2. Wymiarowanie Pręta nr 2 – Łata drewniana 6,3x4,5cm.



Przekrój: 1 „B 4,5x6,3”

Wymiary przekroju:

$$h=45,0 \text{ mm} \quad b=63,0 \text{ mm}.$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_{yg}=93,8; \quad J_{zg}=47,8 \text{ cm}^4; \quad A=28,35 \text{ cm}^2; \quad i_y=1,8; \quad i_z=1,3 \text{ cm}; \quad W_y=29,8; \quad W_z=21,3 \text{ cm}^3.$$

Własności techniczne drewna:

Przyjęto 2 klasę użytkowania konstrukcji (*temperatura powietrza 20° i wilgotności powyżej 85% tylko przez kilka tygodni w roku*) oraz klasę trwania obciążenia: **Krótkotrwałe** (*mniej niż 1 tydzień, np. śnieg i wiatr*).

$$K_{mod} = 0,90$$

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C22.**

$$f_{m,k} = 22,00$$

$$f_{m,d} = 15,23 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 13,00$$

$$f_{t,0,d} = 9,00 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,50$$

$$f_{t,90,d} = 0,35 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 20,00$$

$$f_{c,0,d} = 13,85 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 2,40$$

$$f_{c,90,d} = 1,66 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 2,40$$

$$f_{v,d} = 1,66 \text{ MPa}$$

$$E_{0,mean} = 10000 \text{ MPa}$$

$$E_{90,mean} = 330 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 6700 \text{ MPa}$$

$$G_{mean} = 630 \text{ MPa}$$

$$\rho_k = 340 \text{ kg/m}^3$$

Sprawdzenie nośności pręta nr 2

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-B-03150:2000. W obliczeniach uwzględniono ekstremalne wartości wielkości statycznych przy uwzględnieniu niekorzystnych kombinacji obciążeń.

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=0,01 \text{ m}$; $x_b=0,78 \text{ m}$, przy obciążeniach „ACNS”.

Długość obliczeniowa dla **pręta swobodnie podpartego, obciążonego równomiernie lub momentami na końcach**, przy obciążeniu przyłożonym do powierzchni górnej, wynosi:

$$l_d = 1,00 \times 790 + 63 + 63 = 916 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{916 \times 63 \times 15,23}{3,142 \times 45^2 \times 6700}} \times \sqrt{\frac{10000}{630}} = 0,287$$

Wartość współczynnika zwichrzenia:

$$\text{dla } \lambda_{rel,m} \leq 0,75$$

$$k_{crit} = 1$$

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 0,089 / 29,77 \times 10^3 = 3,00 < 15,23 = 1,000 \times 15,23 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=0,01 \text{ m}$; $x_b=0,78 \text{ m}$, przy obciążeniach „ACNS”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{3,00}{15,23} + 0,7 \times \frac{4,19}{15,23} = \mathbf{0,389} < 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{3,00}{15,23} + \frac{4,19}{15,23} = \mathbf{0,413} < 1$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=0,01$ m; $x_b=0,78$ m, przy obciążeniach „ACNS”.

Napężenia tnące:

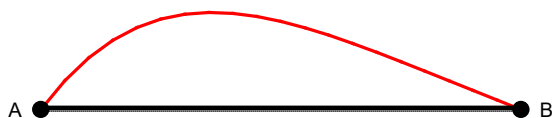
$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 0,253 / 28,35 \times 10 = 0,13 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,253 / 28,35 \times 10 = 0,13 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,13^2 + 0,13^2} = \mathbf{0,19} < \mathbf{1,66} = 1,000 \times 1,66 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $x_a=0,30$ m; $x_b=0,49$ m, przy obciążeniach „ACW” liczone od cięciwy pręta.

Ugięcie graniczne

$$u_{\text{net,fin}} = l / 150 = 5,3 \text{ mm}$$

w obiektach remontowanym może zostać powiększone o 50%, wówczas $u_{\text{net,fin}} = 7,9 \text{ mm}$.

Ugięcia od obciążeń stałych (ciężar własny + „A”):

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (63,0/790)^2] (1 + 0,80) = -0,1 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = 0,1 \times [1 + 19,2 \times (45,0/790)^2] (1 + 0,80) = 0,1 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń zmiennych („CW”):

Klasa trwania obciążeń zmiennych: **Krótkotrwałe** (mniej niż 1 tydzień, np. śnieg i wiatr).

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = 0,2 \times [1 + 19,2 \times (63,0/790)^2] (1 + 0,00) = 0,3 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = -0,4 \times [1 + 19,2 \times (45,0/790)^2] (1 + 0,00) = -0,5 \text{ mm}$$

Ugięcie całkowite:

$$u_{z,\text{fin}} = -0,1 + 0,3 = \mathbf{0,2} < \mathbf{7,9} = u_{\text{net,fin}}$$

$$u_{y,\text{fin}} = 0,1 + -0,5 = \mathbf{0,4} < \mathbf{7,9} = u_{\text{net,fin}}$$

$$u_{\text{fin}} = \sqrt{u_{z,\text{fin}}^2 + u_{y,\text{fin}}^2} = \sqrt{0,2^2 + 0,3^2} = \mathbf{0,4} < \mathbf{7,9} = u_{\text{net,fin}}$$

Jaczów, 01 lutego 2021r.

Opracował: